

## Beschreibung

### Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern in einem Bussystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern in einem Bussystem sowie Kommunikationsteilnehmer in einem Bussystem.

- 10 Für die Informationsübertragung zwischen einzelnen Teilnehmern eines Systems, also die Kommunikation der Teilnehmer, hat sich in der Digitaltechnik allgemein das Bussystem durchgesetzt. Ein Bussystem ist dadurch charakterisiert, dass mehrere Kommunikationsteilnehmer eingangs- und/oder ausgangsseitig
- 15 tig parallel an einer gemeinsamen Sammelleitung, dem sogenannten Bus, angeschlossen sind. Ein Bussystem ist somit eine Einrichtung zur kollektiven Kommunikation mehrerer Teilnehmer untereinander, wobei jeder Teilnehmer mit jedem anderen direkt verkehren kann. Es wird zwischen parallelen und seriellen
- 20 len Bussystemen unterschieden. Der Datenaustausch erfolgt meist bit-parallel und byte-seriell, es ist aber auch ein bit-serieller Betrieb möglich. Je nach Variante spricht man von parallelen bzw. seriellen Bussystemen. Bitparallele Busse werden bevorzugt zur Übertragung hoher Datenraten über kurze
- 25 Entfernungen eingesetzt, z. B. innerhalb eines Rechners. Die Vorzüge bitserieller Busse liegen im geringen Aufwand für Treiberstufen, Steckverbinder und Übertragungsleitungen (oft einfache Zwei-Draht-Leitung). Die Datenübertragung ist auch bei großen Entfernungen unproblematisch und der Hardwareaufwand für eine evtl. geforderte galvanische Trennung ist vergleichsweise gering.
- 30

- Kommunikationsteilnehmer in einem Bussystem, z. B. an einen seriellen Bus angekoppelte Kommunikationsteilnehmer, benötigen
- 35 üblicherweise eine eindeutige Stationsadresse, um miteinander kommunizieren zu können. Bei seriellen Bussystemen kommen bisher unterschiedliche Verfahren zur Vergabe von Stati-

onsadressen für die einzelnen Kommunikationsteilnehmer zum Einsatz. Üblich sind eine manuelle Einstellung über Codierungsschalter an den Kommunikationsteilnehmern oder eine Adressvergabe vorab über den Bus, wobei jeder Kommunikationsteilnehmer von Anfang an adressierbar sein muss. Bei weiteren üblichen Verfahren ergibt sich die Stationsadresse anhand der Position des Kommunikationsteilnehmers am Bus. Der Datenverkehr in einem solchen System wird von einem so genannten Busmaster erzeugt, dem die Struktur des Busses bekannt sein muss. Adresskonflikte können in einem solchen Fall nicht auftreten. Der Busmaster erzeugt einen genau spezifizierten Datenrahmen, der so viele Datenfelder aufweist, wie Kommunikationsteilnehmer am Bus angeschlossen sind. Dieser Datenrahmen wird von einem Kommunikationsteilnehmer zum nächsten gesendet, wobei jeder Teilnehmer seine Daten entnehmen und neue Daten für den Busmaster mitgeben kann. Problematisch ist dieses Verfahren insbesondere, wenn ein Kommunikationsteilnehmer ausgetauscht werden muss und der Busmaster diese Änderung nicht sofort erkennt. Dadurch verschiebt sich der Datenrahmen und bestimmte Daten erreichen nicht mehr den richtigen Empfänger. Die beschriebenen Verfahren zur Vergabe von Adressen sind einerseits sehr fehleranfällig, wie die manuelle Vergabe mit Codierungsschaltern, oder erfordern schon ein Eindeutigkeitsmerkmal für die einzelnen Kommunikationsteilnehmer, bevor die Adressvergabe erfolgen kann. Dieses Eindeutigkeitsmerkmal muss sowohl der Adressvergabeeinheit als auch den Kommunikationsteilnehmern bekannt sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern in einem Bussystem zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern in einem Bussystem gelöst, wobei genau ein erster Kommunikationsteilnehmer, welcher selbstständig an einem Bus senden kann, einer Stationsadresse Daten zuordnen kann, welche einen weiteren Kommunika-

tionsteilnehmer eindeutig identifizieren, oder eine Stationsadresse als nicht belegt kennzeichnen kann, bei welchem Verfahren jeweils in einem Kommunikationszyklus

- der erste Kommunikationsteilnehmer jeweils ein erstes Datenpaket an jede Stationsadresse sendet, wobei das erste Datenpaket gegebenenfalls der jeweiligen Stationsadresse zugeordnete Daten, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizieren, enthält,
  - ein oder mehrere weitere Kommunikationsteilnehmer jeweils ein zweites Datenpaket mit ihrer Stationsadresse und den jeweiligen weiteren Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierenden Daten an den ersten Kommunikationsteilnehmer senden, wobei die den jeweiligen weiteren Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierenden Daten vom ersten Kommunikationsteilnehmer der jeweiligen Stationsadresse zugeordnet werden und
  - der erste Kommunikationsteilnehmer ein drittes Datenpaket mit der Information, welche Stationsadressen als nicht belegt gekennzeichnet sind, an alle weiteren Kommunikationsteilnehmer sendet,
- wobei ein Kommunikationsteilnehmer, welcher in einem früheren Kommunikationszyklus bereits ein zweites Datenpaket mit diesen Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierenden Daten an den ersten Kommunikationsteilnehmer gesendet hat und welcher in einem späteren Kommunikationszyklus ein erstes Datenpaket mit Daten, welche diesen Kommunikationsteilnehmer nicht eindeutig kennzeichnen, empfängt, seine Stationsadresse automatisch in eine der als nicht belegt gekennzeichneten Stationsadressen ändert.

30

Diese Aufgabe wird durch einen Kommunikationsteilnehmer in einem Bussystem gelöst, welcher selbstständig an einem Bus senden kann und Mittel zur Zuordnung von Daten, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizieren, zu einer Stationsadresse und Mittel zur Kennzeichnung einer Stationsadresse als nicht belegt aufweist.

Diese Aufgabe wird durch einen Kommunikationsteilnehmer in einem Bussystem gelöst, welcher Mittel zum Senden von zweiten Datenpaketen mit den Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierenden Daten an einen ersten Kommunikationsteilnehmer aufweist und welcher seine Stationsadresse automatisch ändern kann.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, die Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern in einem Bussystem, insbesondere einem seriellen Bussystem, von den Kommunikationsteilnehmern selbst durchführen zu lassen, unter Nutzung zentral verfügbarer Informationen. Das erfindungsgemäße Verfahren sorgt dafür, dass die Stationsadressen der Kommunikationsteilnehmer eindeutig sind. Mehrfach vergebene Stationsadressen werden automatisch erkannt und vorliegende Adresskonflikte werden dezentral von den betroffenen Kommunikationsteilnehmern selbständig durch zufällige Wahl einer potentiell freien, nicht belegten Stationsadresse aufgelöst. Es handelt sich somit um ein Verfahren zur Autokonfiguration von Stationsadressen. Bereits vergebene Stationsadressen von ansprechbaren Kommunikationsteilnehmern werden dabei nicht beeinflusst. Damit werden alle Kommunikationsteilnehmer erreichbar und ansprechbar. Bei dem Verfahren handelt es sich nicht um eine zentrale Vergabe von Stationsadressen, es kann allerdings die Voraussetzung dafür sein. Beim erfindungsgemäßen Verfahren sind alle im Bussystem gültigen physikalischen Stationsadressen völlig frei verwendbar. Es werden weder Beziehungen beispielsweise mit der physikalischen Position des Kommunikationsteilnehmer vorausgesetzt noch wird der Adressraum in irgendeiner Weise eingeschränkt. Das Verfahren erfordert weder eine zusätzliche Verkabelung zwischen den Kommunikationsteilnehmern noch bestimmte Restriktionen bezüglich der Topologie. Es ist anwendbar auf die endgültig für einen Betrieb aufgebaute Bustopologie. Da die Stationsadresse vom Kommunikationsteilnehmer selbst verwaltet wird, ist auch beim Austausch eines Kommunikationsteilnehmers, z. B. beim Bau-

gruppentausch, weder mit Störungen noch mit Adressierungsfehlern zu rechnen.

Mischkonfigurationen mit Kommunikationsteilnehmern, welche  
5 keine Mittel zum Senden von zweiten Datenpaketen mit den jeweiligen Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierenden Daten an einen ersten Kommunikationsteilnehmer aufweisen und welche ihre Stationsadresse nicht automatisch ändern können, sind ohne negative Beeinflussung dieser Kommunikationsteilnehmer möglich.  
10

Der Kommunikationszyklus wiederholt sich mit einer gewissen Zyklusdauer. Um die Kommunikationsressourcen möglichst wenig mit dem Versenden, Weiterleiten, Empfangen und Verarbeiten  
15 der für die Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern erforderlichen Datenpakete zu belasten, wird gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass die Zyklusdauer des Kommunikationszyklus variabel ist. Damit kann die Zyklusdauer z. B. in einer Anfangsphase, in welcher die Adressierung noch nicht weit fortgeschritten ist, kleiner gewählt werden im Vergleich zu einer  
20 späteren Phase im Adressierungsvorgang, in welcher weniger Adressierungsbedarf besteht. Insbesondere kann nach erfolgreichem Abschluss der Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern der beschriebene Kommunikationszyklus  
25 nur noch mit einer im Vergleich zu anderen Kommunikationszyklen vergleichsweise großen Zyklusdauer durchgeführt werden, um z. B. auf Änderungen im Bussystem durch Tausch oder Ausfall von Kommunikationsteilnehmern und Ähnlichem reagieren zu  
30 können.

Auf der Grundlage des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern in einem Bussystem wird eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens vorgeschlagen, bei welcher Geräteinformationen in  
35 Speichermitteln der weiteren Kommunikationsteilnehmer speicherbar sind, wobei die Speichermittel über den Bus vom ers-

ten Kommunikationsteilnehmer adressierbar sind und die Geräteinformationen vom ersten Kommunikationsteilnehmer auslesbar sind. So können beispielsweise alle für eine automatische Konfiguration notwendigen Geräteinformationen direkt in einem Speicher der weiteren Kommunikationsteilnehmer hinterlegt werden. Für das Auslesen wird z. B. ein nachrichtenorientiertes Übertragungsverfahren, wie es bei den meisten seriellen Bussystemen bereits definiert ist, benutzt. Somit steht dem ersten Kommunikationsteilnehmer jederzeit ein aktuelles Abbild der Geräteinformationen jedes am Bus befindlichen weiteren Kommunikationsteilnehmers zur Verfügung. Die Geräteinformationen bestehen z. B. aus einer Identifikation sowie möglichen Konfigurationen und Parametrierungen.

Damit ist die Projektierung und Wartung eines Bussystems ohne vom Hersteller gelieferte Geräteinformationen in Form von elektronischen Datenblättern möglich. Damit besteht die Möglichkeit weitere Schritte bei der Projektierung eines Bussystems, insbesondere eines seriellen Bussystems, zu automatisieren. Bei Verwendung dieser vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung steht einem Projektierer stets eine Gegenüberstellung der projektierten Kommunikationsteilnehmer mit deren Konfiguration und Parametrierung und der tatsächlich am Bus vorliegenden Situation zur Verfügung. Somit können Projektierungsfehler, Fehler bei der Verkabelung und der Wahl der Kommunikationsteilnehmer an einer zentralen Stelle analysiert und entsprechend behoben werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

Es zeigen:

FIG 1 ein Bussystem mit Kommunikationsteilnehmern,

FIG 2 ein erstes Datenpaket,

FIG 3 ein drittes Datenpaket,

5 FIG 4 die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer und weiteren Kommunikationsteilnehmern,

10 FIG 5 die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer und einem weiteren Kommunikationsteilnehmer ohne Adresskonflikt,

15 FIG 6 die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer und einem weiteren Kommunikationsteilnehmer ohne Mittel zum Senden von zweiten Datenpaketen und

20 FIG 7 die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer und weiteren Kommunikationsteilnehmern bei Vorliegen eines Adresskonflikts.

20

FIG 1 zeigt ein serielles Bussystem 9 mit Kommunikationsteilnehmern 1, 2. Die Kommunikationsteilnehmer 1, 2 sind über einen Bus 3 miteinander verbunden. Ein erster Kommunikationsteilnehmer 1 in dem Bussystem 9 weist Mittel 7 zur Zuordnung von Daten, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer 2 eindeutig identifizieren zu einer Stationsadresse 6 und zur Kennzeichnung einer Stationsadresse 6 als nicht belegt auf. Der erste Kommunikationsteilnehmer 1 kann jeweils ein erstes Datenpaket 4 an jede Stationsadresse 6 senden, wobei das erste Datenpaket 4 gegebenenfalls der jeweiligen Stationsadresse 6 zugeordnete Daten, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer 2 eindeutig identifizieren, enthält. Die weiteren Kommunikationsteilnehmer 2 im Bussystem 9 weisen Mittel 8 zum Senden von zweiten Datenpaketen 5 mit den jeweiligen Kommunikationsteilnehmer 2 eindeutig identifizierenden Daten an den ersten Kommunikationsteilnehmer 1 auf und können ihre Stationsadresse 6 automatisch selbständig ändern.

25

30

35

FIG 2 zeigt ein erstes Datenpaket 10. Das erste Datenpaket 10 weist einen ersten Abschnitt 11 auf, welcher den Namen des Datenpakets enthält. In einem zweiten Abschnitt 12 des ersten Datenpakets 10 sind weitere Informationen zur Struktur des ersten Datenpakets enthalten, z. B. eine Identifikation des Datenpakets und Daten, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizieren, wie z. B. Bauteildaten und/oder eine Seriennummer.

10

FIG 3 zeigt ein drittes Datenpaket 13. Das dritte Datenpaket 13 weist einen ersten Abschnitt 14 auf, welcher den Namen des dritten Datenpakets enthält. In einem zweiten Abschnitt 15 des dritten Datenpakets 13 sind weitere Informationen zur Struktur des dritten Datenpakets 13 enthalten. Solche Informationen sind z. B. eine Identifikation des dritten Datenpakets, Statusinformationen, Informationen zu kritischen Busparametern und/oder eine Information, welche Stationsadressen als nicht belegt gekennzeichnet sind.

20

FIG 4 zeigt die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer, dem so genannten ACFG-Manager 20, und weiteren Kommunikationsteilnehmern, in diesem Fall vier so genannten ACFG-Agents 22 bis 25 (ACFG = Autokonfiguration) und einem weiteren Kommunikationsteilnehmer 26. Den Kommunikationsteilnehmern wird also jeweils eine von zwei unterschiedlichen Rollen zugeordnet. Der ACFG-Manager 20 übernimmt die steuernde Rolle für den sogenannten ACFG-Mechanismus. Zu einem Zeitpunkt darf immer nur ein ACFG-Manager 20 am Bussystem aktiv sein. Ein ACFG-Manager 20 muss selbständig am Bus senden können. Bei Bussystemen, die auf dem Master-Slave-Prinzip beruhen, muss der ACFG-Manager 20 immer ein Master sein. Weitere Kommunikationsteilnehmer, die am Bussystem angeschlossen sind, können jeweils die Rolle eines ACFG-Agents 22 - 25 übernehmen.

35



Der ACFG-Manager 20 weist als Mittel zur Zuordnung von Daten, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizieren zu einer Stationsadresse und zur Kennzeichnung einer Stationsadresse als nicht belegt in einem Speicher eine Datenbasis auf, die so genannte System-MIB (MIB = Management Information Base). In der System-MIB 21 wird jeder möglichen Stationsadresse im Bussystem entweder ein Kommunikationsteilnehmer oder die Information, dass diese Stationsadresse nicht belegt ist, zugeordnet. Der ACFG-Manager 20 kann eigenständig Datenpakete am Bus senden. In FIG 4 sind verschiedene Datenpakete dargestellt. Allgemein werden Datenpakete auch als PDU (PDU = Protocol Data Unit) bezeichnet. Vom ACFG-Manager 20 gesendete PDUs werden als Request-PDUs bezeichnet. Von Kommunikationsteilnehmern als Antwort auf die Request-PDUs gesendete PDUs werden als Response-PDU bezeichnet.

Der ACFG-Manager 20 initiiert einen Kommunikationszyklus, auch ACFG-Zyklus genannt, wobei alle in dem entsprechenden seriellen Bussystem möglichen Stationsadressen angesprochen werden. Im Ausführungsbeispiel der FIG 4 ist ein Kommunikationszyklus zur Zuordnung von Stationsadressen zu Kommunikationsteilnehmern beispielhaft gezeigt. Die zeitliche Abfolge der Datenpakete entspricht prinzipiell der Richtung des Zeitpfeils t. Zu Beginn des Kommunikationszyklus sendet der ACFG-Manager 20 eine so genannte SDD-Request-PDU 34 (SDD = Systems Data Distribution) per Broadcast 27 an alle Teilnehmer im Bussystem. Die SDD-Request-PDU 34 ist ein Ausführungsbeispiel für ein drittes Datenpaket 13 gemäß FIG 3. Mit der SDD-Request-PDU 34 werden alle als nicht belegt gekennzeichneten Stationsadressen durch den ACFG-Manager 20 im Bussystem bekanntgegeben. Jeder ACFG-Agent speichert in jedem ACFG-Zyklus die in der SDD-Request-PDU 34 enthaltene Liste mit freien Busadressen.

Die im Folgenden dargestellten Request-PDUs sind so genannte NAN-Request-PDUs 35 - 40 (NAN = New Agent Notification). Eine NAN-Request-PDU ist ein Ausführungsbeispiel für ein erstes

Datenpaket 10 gemäß FIG 2. Die NAN-Request-PDU 35 - 40 enthält gegebenenfalls einen Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierende Informationen. Der ACFG-Manager 20 schickt an jede verfügbare Stationsadresse 28 - 33 jeweils eine NAN-Request-PDU 35 - 40. Im Falle, dass die Stationsadressen 28, 30 durch keinen Kommunikationsteilnehmer belegt sind, erhält der ACFG-Manager 20 auf die jeweilige NAN-Request-PDU 35 bzw. 37 keine entsprechende Response-PDU. In diesem Fall kennzeichnet der ACFG-Manager 20 in seiner System-MIB diese Stationsadressen als nicht belegt. Alle Stationsadressen, auf denen nicht geantwortet wurde, erhalten z. B. in der System-MIB 21 den Eintrag "free". Alle Stationsadressen mit diesem Eintrag werden am Anfang jedes ACFG-Zyklus mittels einer SDD-Request-PDU 34 an alle Kommunikationsteilnehmer gleichzeitig als Broadcast-Message veröffentlicht.

Wird eine NAN-Request-PDU 36, 40 an eine Stationsadresse 29 bzw. 33 gesendet, welche einem am beschriebenen Verfahren teilnehmenden ACFG-Agent 22 bzw. 25 zugeordnet ist, gesendet, so erhält der ACFG-Manager 20 jeweils eine NAN-Response-PDU 41 bzw. 42, welche den jeweiligen ACFG-Agent 22 bzw. 25 eindeutig identifizierende Daten aufweist. Eine Stationsadresse 29, 33, auf der mit einer solchen korrekten NAN-Response-PDU 41, 42 geantwortet wird, erhält in der System-MIB 21 des ACFG-Managers 20 den Eintrag "ACFG-Agent". Außerdem werden jeweils die übermittelten Daten der jeweiligen NAN-Response-PDU 41, 42 vermerkt. Der Kommunikationsteilnehmer mit dieser Stationsadresse wird im Folgenden mit einer NAN-Request-PDU 36, 40 angesprochen, deren Inhalt der NAN-Response-PDU 41, 42 entspricht. Der Kommunikationsteilnehmer hat somit kontinuierlich die Gewähr, dass er vom ACFG-Manager 20 korrekt als genau dieser ACFG-Agent erkannt und in die System-MIB 21 aufgenommen wurde.

Ist eine Stationsadresse 31 mehreren ACFG-Agents 23, 24 gleichzeitig zugeordnet, so kommt es zu einem Adresskonflikt und der ACFG-Manager 20 erhält ebenfalls keine gültige NAN-

Response-PDU und würde diese Stationsadresse 31 in seiner System-MIB 21 als nicht belegt kennzeichnen.

Wird eine NAN-Request-PDU 39 an eine Stationsadresse 32 gesendet, welche von einem Kommunikationsteilnehmer 26 genutzt wird, welcher das beschriebene Verfahren nicht nutzt, so wird dieser Kommunikationsteilnehmer 26 eine PDU 43 an den ACFG-Manager 20 senden, welche jedoch keine diesen Kommunikationsteilnehmer 26 eindeutig identifizierende Daten enthält. Der Kommunikationsteilnehmer 26 wird vom ACFG-Manager 20 als Kommunikationsteilnehmer ohne ACFG-Agent-Funktionalität identifiziert. Der ACFG-Manager 20 wird in diesem Fall der entsprechenden Stationsadresse 32 das Attribut "kein ACFG-Agent" zuordnen. Die Stationsadresse 32 wird weiterhin mit einer NAN-Request-PDU 39 angesprochen. In diesem Fall handelt es sich um die gleiche wie beim vorherigen Ansprechen.

FIG 5 zeigt die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer und einem weiteren Kommunikationsteilnehmer ohne Adresskonflikt. Der erste Kommunikationsteilnehmer, entsprechend FIG 4 der ACFG-Manager 20 mit einer System-MIB 21, sendet über einen hier nicht dargestellten Bus Datenpakete an den ACFG-Agent 22. In FIG 5 sind zwei Kommunikationszyklen zur Zuordnung von Stationsadressen dargestellt, wobei der Beginn eines Kommunikationszyklus jeweils durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet wird. Die voranschreitende Zeit wird wiederum durch einen Zeitpfeil  $t$  symbolisiert. Im ersten Kommunikationszyklus wird nach der obligatorischen SDD-Request-PDU 34 eine NAN-Request-PDU 36 an die dem ACFG-Agent 22 zugeordnete Stationsadresse 29 gesendet. Der ACFG-Agent 22 sendet daraufhin als Antwort eine NAN-Response-PDU 41 mit Informationen, welche diesen ACFG-Agent 22 eindeutig identifizieren. Der ACFG-Manager 20 ordnet daraufhin in seiner System-MIB diese den ACFG-Agent 22 kennzeichnenden Informationen zur Stationsadresse 29 zu. In einem zweiten folgenden Kommunikationszyklus sendet der ACFG-Manager 20 eine NAN-Request-PDU 50 an die Stationsadresse 29, welche die den ACFG-Agent

22 eindeutig identifizierenden Informationen enthält. Der ACFG-Agent 22 erkennt daraufhin, dass der ACFG-Manager 20 ihn der korrekten Stationsadresse zugeordnet hat und sendet als Antwort wiederum die NAN-Response-PDU 41. Entsprechend dem  
5 zweiten Kommunikationszyklus laufen weitere folgende Kommunikationszyklen bezüglich dieser Stationsadresse und dieses ACFG-Agents 22 ab.

FIG 6 zeigt die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer und einem weiteren Kommunikationsteilnehmer, welcher keine Mittel zum Senden von zweiten Datenpaketen aufweist. Der erste Kommunikationsteilnehmer, entsprechend  
10 FIG 4 und 5 der ACFG-Manager 20 mit einer System-MIB 21, sendet in einem ersten Kommunikationszyklus eine SDD-Request-PDU  
15 34 an alle Kommunikationsteilnehmer mittels einem Broadcast 27. An die Stationsadresse 32 sendet der ACFG-Manager 20 eine NAN-Request-PDU 39. Der Kommunikationsteilnehmer 26, welchem diese Stationsadresse 32 zugeordnet ist, weist jedoch keine Mittel zum Senden von zweiten Datenpaketen, welche den Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierende Daten aufweisen, auf und sendet daher als Antwort eine PDU 43, welche  
20 keine diesen Kommunikationsteilnehmer 26 eindeutig identifizierende Daten enthält oder der Kommunikationsteilnehmer 26 sendet gar keine Antwort bzw. kein Datenpaket. Der ACFG-Manager 20 ordnet daraufhin in seiner System-MIB der jeweiligen Stationsadresse 32 die Information bzw. das Attribut "kein ACFG-Agent" zu. In allen weiteren Kommunikationszyklen sendet der ACFG-Manager 20 wiederum eine NAN-Request-PDU 39 an die Stationsadresse 32 und erhält vom Kommunikationsteilnehmer 26 als Antwort jeweils eine PDU 43 ohne diesen Kommunikationsteilnehmer identifizierenden Daten.  
25  
30

FIG 7 zeigt die Kommunikation zwischen einem ersten Kommunikationsteilnehmer und weiteren Kommunikationsteilnehmern bei  
35 Vorliegen eines Adresskonflikts. Dargestellt sind wiederum mehrere in Richtung des Zeitpfeils  $t$  aufeinander folgende Kommunikationszyklen, deren Beginn jeweils durch eine gestri-

chelte Linie gekennzeichnet ist. Der erste Kommunikations-  
teilnehmer ist im Ausführungsbeispiel gemäß FIG 7 wiederum  
der ACFG-Manager 20, welcher eine System-MIB 21 zur Zuordnung  
von Informationen zu Stationsadressen aufweist. Zu Beginn je-  
5 des hier dargestellten Kommunikationszyklus sendet der ACFG-  
Manager 20 per Broadcast 27 eine SDD-Request-PDU 34 an alle  
Stationsadressen bzw. alle Kommunikationsteilnehmer, welche  
die Information über nicht belegte Stationsadressen enthält.  
Im ersten hier dargestellten Kommunikationszyklus sendet der  
10 ACFG-Manager 20 eine NAN-Request-PDU 38 an die Stationsadres-  
se 31. Diese Stationsadresse 31 ist jedoch zwei verschiedenen  
ACFG-Agents 23 und 24 gleichzeitig zugeordnet. Der ACFG-  
Manager 20 erhält daraufhin keine eindeutig einen einzelnen  
ACFG-Agent kennzeichnende Response-PDU und kennzeichnet daher  
15 in seiner System-MIB 21 die Stationsadresse 31 als nicht be-  
legt.

In einem zweiten Kommunikationszyklus wird dieser als nicht  
belegt gekennzeichneten Stationsadresse 31 deshalb durch den  
20 ACFG-Manager 20 wiederum eine NAN-Request-PDU 38 zugesendet,  
welche keine einen der beiden ACFG-Agents 23 bzw. 24 eindeu-  
tig identifizierende Informationen enthält. Beide ACFG-Agents  
23 und 24 erkennen dadurch, dass sie vom ACFG-Manager 20  
nicht eindeutig der Stationsadresse 31 zugeordnet werden  
25 konnten und wählen sich im Folgenden automatisch eine neue  
Stationsadresse 51 bzw. 52 aus dem Pool der als nicht belegt  
gekennzeichneten Stationsadressen, welche per Broadcast 27  
durch die SDD-Request-PDU 34 mitgeteilt wurden. Im ACFG-Agent  
23, 24 wird also ein Adresskonflikt signalisiert, wenn der  
30 ACFG-Agent 23, 24 nach dem Empfang einer NAN-Request-PDU 38  
im nächsten ACFG-Zyklus nicht den Inhalt seiner eigenen NAN-  
Response-PDU empfängt. In diesem Fall zieht sich der ACFG-  
Agent 23, 24 vom Bus zurück und geht mit einer zufällig ge-  
wählten Stationsadresse aus seiner Liste mit freien Stations-  
35 adressen wieder an den Bus. Diese Prozedur wird wiederholt,  
bis die Stationsadresse des ACFG-Agents 23, 24 vom ACFG-

Manager 20 erkannt und in dessen System-MIB 21 aufgenommen wurde.

Im dritten hier dargestellten Kommunikationszyklus wird der  
5 ACFG-Manager 20 diesen bisher als nicht belegt gekennzeichneten Stationsadressen 51 und 52 eine NAN-Request-PDU 38 ohne einen Kommunikationsteilnehmer eindeutig identifizierende Informationen zusenden. Die ACFG-Agents 23 und 24 beantworten diese NAN-Request-PDU 38 jeweils mit einer NAN-Response-PDU  
10 53 bzw. 54, welche den jeweiligen ACFG-Agents 23 und 24 eindeutig identifizierende Informationen enthalten. Der ACFG-Manager 20 kann daraufhin den Stationsadressen 51 bzw. 52 die entsprechenden Informationen, welche in den NAN-Response-PDUs 53 bzw. 54 enthalten sind, zuordnen. Im folgenden Kommunikationszyklus sendet der ACFG-Manager 20 daraufhin NAN-Request-PDUs 55 und 56 mit den die jeweiligen ACFG-Agents 24 bzw. 23  
15 eindeutig kennzeichnenden Informationen an die jeweilige Stationsadresse 51 bzw. 52. Die ACFG-Agents 23 und 24 antworten mit den entsprechenden NAN-Response-PDUs 54 bzw. 53.

20

Alle Stationsadressen auf denen ein Adresskonflikt vorliegt, können je nach Bussystem, Topologie und Konfiguration des jeweiligen Bussystems sehr unterschiedliche Reaktionen aufweisen. Innerhalb des beschriebenen Verfahrens zur Autokonfiguration werden die im Folgenden beschriebenen Reaktionen erwartet und bewältigt. In einem ersten Fall empfängt der ACFG-Manager 20 keine Antwort von dieser Stationsadresse, weil das Datenpaket durch Überlagerung so zerstört ist, dass keine Interpretation möglich ist. In diesem Fall wird diese Stations-  
25 adresse im nächsten ACFG-Zyklus wiederum mit einer NAN-Request-PDU ohne entsprechende Dateninhalte des ACFG-Agents angesprochen. Der ACFG-Agent erkennt, dass die Kommunikation zum ACFG-Manager 20 nicht erfolgreich war und ändert automatisch seine Stationsadresse. In einem zweiten Fall empfängt  
30 der ACFG-Manager 20 eine unbekannte Antwort von dieser Stationsadresse, weil das Datenpaket durch Überlagerung verfälscht aber nicht vollständig zerstört ist. In diesem Fall wird die-

se Stationsadresse im nächsten ACFG-Zyklus wiederum mit einer NAN-Request-PDU ohne entsprechende Dateninhalte des ACFG-Agents angesprochen. Der ACFG-Agent erkennt auch in diesem Fall, dass die Kommunikation zum ACFG-Manager 20 nicht erfolgreich war und ändert automatisch seine Stationsadresse.

5 In einem dritten Fall empfängt der ACFG-Manager 20 eine korrekte NAN-Response-PDU von dieser Stationsadresse, weil sich eines der Telegramme der verschiedenen ACFG-Agents auf dem Übertragungsmedium elektrisch durchsetzen konnte. Dieses Verhalten ist bei bestimmten Topologien mit sehr langen Busleitungen, Repeatern oder Kopplern zum Verbinden unterschiedlicher physikalischer Medien zu beobachten, wenn sich ein ACFG-Agent sehr nahe am ACFG-Manager 20 befindet und ein weiterer ACFG-Agent relativ weit weg ist oder sich in einem anderen

10 Bussegment befindet. Daraus ergeben sich für die beiden ACFG-Agents sehr unterschiedliche Antwortzeiten. In diesem Fall sendet der ACFG-Manager 20 im nächsten Zyklus eine NAN-Request-PDU mit den Dateninhalten eines der ACFG-Agents. Alle anderen ACFG-Agents, die sich auf dieser Stationsadresse befinden, erkennen, dass die Kommunikation zum ACFG-Manager 20 nicht erfolgreich war und ändern ihre Stationsadresse.

20

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel werden alle für eine automatische Konfiguration notwendigen Geräteinformationen

25 direkt im Speicher der ACFG-Agents hinterlegt. Dieser Speicher ist über den Bus vom ACFG-Manager 20 aus eindeutig adressierbar, so dass der ACFG-Manager 20 alle für die Konfiguration notwendigen Geräteinformationen automatisch aus den ACFG-Agents auslesen kann. Für das Auslesen wird z. B. ein

30 nachrichtenorientiertes Übertragungsverfahren, wie es bei den meisten seriellen Bussystemen bereits definiert ist, benutzt. Somit steht in der System-MIB 21 des ACFG-Manager 20 jederzeit ein aktuelles Abbild der Geräteinformationen jedes am seriellen Bus befindlichen ACFG-Agents zur Verfügung. Die Geräteinformationen bestehen im Wesentlichen aus einer Identifikation sowie möglichen Konfigurationen und Parametrierungen. Auf der Grundlage dieser Daten ist die Projektierung des

35

seriellen Busses ohne extra vom Hersteller gelieferte Geräteinformationen in Form von elektronischen Datenblätter möglich.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist es möglich im ACFG-Manager 20 erwartete Projektierungsdaten vorzugeben. In diesem Fall werden die erwarteten Projektierungsdaten mit dem tatsächlichen Istzustand am seriellen Bus verglichen und eventuelle Abweichungen angezeigt. Dies wird mit Hilfe von  
10 entsprechenden Anzeigen an allen ACFG-Agents sichtbar gemacht, so dass der Projektierungsfortschritt sowie Fehlerfälle in jedem Winkel einer Anlage erkennbar sind. Damit steht einem Projektierer stets eine Gegenüberstellung der projektierten Kommunikationsteilnehmer mit deren Konfiguration und  
15 Parametrierung und der tatsächlich am seriellen Bus vorherrschenden Situation zur Verfügung. Somit können Projektierungsfehler, Fehler beim Aufbau des Bussystem, Fehler bei der Verkabelung und der Wahl der Kommunikationsteilnehmer an einer zentralen Stelle wesentlich leichter analysiert und ent-  
20 sprechend behoben werden.

- Bei der Angabe von erwarteten Projektierungsdaten ist es möglich aber nicht notwendig gewünschte Stationsadressen für alle am Bus befindlichen Kommunikationsteilnehmer zu vergeben.  
25 Falls Stationsadressen projektiert wurden, sind diese aufgrund des Verhaltens bei der Auflösung von Adresskonflikten sehr einfach vom ACFG-Manager 20 zu vergeben. Innerhalb weniger Iterationsschritte über alle Stationsadressen können nacheinander alle projektierten Stationsadressen zugewiesen  
30 werden. Dabei wiederum entstehende Adresskonflikte werden von den ACFG-Agents selbständig aufgelöst. Dabei nehmen nur noch die ACFG-Agents, denen noch keine projektierte Stationsadresse zugeordnet wurde, temporär eine zufällige freie Stationsadresse an. Alle anderen ACFG-Agents behalten ihre explizit  
35 zugeordnete Stationsadresse bei.



Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens betrifft die eindeutige Identifizierung von Kommunikationsteilnehmern, sofern dies anhand der Projektierungsdaten nicht möglich ist. In diesem Fall wird zwischen dem ACFG-Manager 20 und den ACFG-Agents, die der Projektierung nicht zugeordnet werden können, ein azyklischer Kommunikationskanal geöffnet. Mittels einer Sequenz von Lese- und Schreibbefehlen und entsprechenden Anzeigen und Eingabehilfsmitteln bei den ACFG-Agents erfolgt eine manuelle Identifizierung.

10

Zusammengefasst betrifft die Erfindung somit ein Verfahren zur vereinfachten Zuordnung von Stationsadressen 6 zu Kommunikationsteilnehmern 2 in einem Bussystem 9 sowie Kommunikationsteilnehmer 1, 2 in einem Bussystem 9. Genau ein erster Kommunikationsteilnehmer 1, welcher selbstständig am Bus 3 senden kann, kann dabei einer Stationsadresse 6 Daten zuordnen, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer 2 eindeutig identifizieren, oder eine Stationsadresse 6 als nicht belegt kennzeichnen. Ein weiterer Kommunikationsteilnehmer 2, welcher in einem früheren Kommunikationszyklus bereits ein Datenpaket mit diesen Kommunikationsteilnehmer 2 eindeutig identifizierenden Daten an den ersten Kommunikationsteilnehmer 1 gesendet hat und welcher in einem späteren Kommunikationszyklus ein Datenpaket 10 mit Daten, welche diesen Kommunikationsteilnehmer 2 nicht eindeutig kennzeichnen, empfängt, kann seine Stationsadresse 6 automatisch in eine als nicht belegt gekennzeichnete Stationsadresse 6 ändern.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Zuordnung von Stationsadressen (6) zu Kommunikationsteilnehmern (2) in einem Bussystem (9), wobei genau  
5 ein erster Kommunikationsteilnehmer (1), welcher selbstständig an einem Bus (3) senden kann, einer Stationsadresse (6) Daten zuordnen kann, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer (2) eindeutig identifizieren, oder eine Stationsadresse (6) als nicht belegt kennzeichnen kann, bei welchem  
10 Verfahren jeweils in einem Kommunikationszyklus
- der erste Kommunikationsteilnehmer (1) jeweils ein erstes Datenpaket (10) an jede Stationsadresse (6) sendet, wobei das erste Datenpaket (10) gegebenenfalls der jeweiligen Stationsadresse (6) zugeordnete Daten, welche einen weiteren Kommunikationsteilnehmer (2) eindeutig identifizieren,  
15 enthält,
  - ein oder mehrere weitere Kommunikationsteilnehmer (2) jeweils ein zweites Datenpaket mit ihrer Stationsadresse (6) und den jeweiligen weiteren Kommunikationsteilnehmer (2)  
20 eindeutig identifizierenden Daten an den ersten Kommunikationsteilnehmer (1) senden, wobei die den jeweiligen weiteren Kommunikationsteilnehmer (2) eindeutig identifizierenden Daten vom ersten Kommunikationsteilnehmer (1) der jeweiligen Stationsadresse (6) zugeordnet werden und
  - 25 • der erste Kommunikationsteilnehmer (1) ein drittes Datenpaket (13) mit der Information, welche Stationsadressen (6) als nicht belegt gekennzeichnet sind, an alle weiteren Kommunikationsteilnehmer (2) sendet,  
wobei ein Kommunikationsteilnehmer (2), welcher in einem früheren Kommunikationszyklus bereits ein zweites Datenpaket mit diesen Kommunikationsteilnehmer (2) eindeutig identifizierenden Daten an den ersten Kommunikationsteilnehmer (1) gesendet  
30 hat und welcher in einem späteren Kommunikationszyklus ein erstes Datenpaket (10) mit Daten, welche diesen Kommunikationsteilnehmer (2) nicht eindeutig kennzeichnen, empfängt,  
35 seine Stationsadresse (6) automatisch in eine der als nicht belegt gekennzeichneten Stationsadressen (6) ändert.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Zyklusdauer des Kommunikationszyklus variabel ist.

5

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Geräteinformationen in Speichermitteln der weiteren Kom-  
munikationsteilnehmer (2) speicherbar sind, wobei die Spei-  
10 chermittel über den Bus (3) vom ersten Kommunikationsteilneh-  
mer (1) adressierbar sind und die Geräteinformationen vom  
ersten Kommunikationsteilnehmer (1) auslesbar sind.

4. Verwendung eines Verfahrens nach Anspruch 3 zur Projektie-  
15 rung eines Bussystems (9).

5. Kommunikationsteilnehmer (1) in einem Bussystem (9), wel-  
cher selbstständig an einem Bus (3) senden kann und

- Mittel zur Zuordnung von Daten, welche einen weiteren Kom-  
20 munikationsteilnehmer (2) eindeutig identifizieren, zu ei-  
ner Stationsadresse (6) und
- Mittel zur Kennzeichnung einer Stationsadresse (6) als  
nicht belegt  
aufweist.

25

6. Kommunikationsteilnehmer (2) in einem Bussystem (9), wel-  
cher Mittel (8) zum Senden von zweiten Datenpaketen mit den  
Kommunikationsteilnehmer (2) eindeutig identifizierenden Da-  
ten an einen ersten Kommunikationsteilnehmer (1) aufweist und  
30 welcher seine Stationsadresse (6) automatisch ändern kann.

1/5

FIG 1

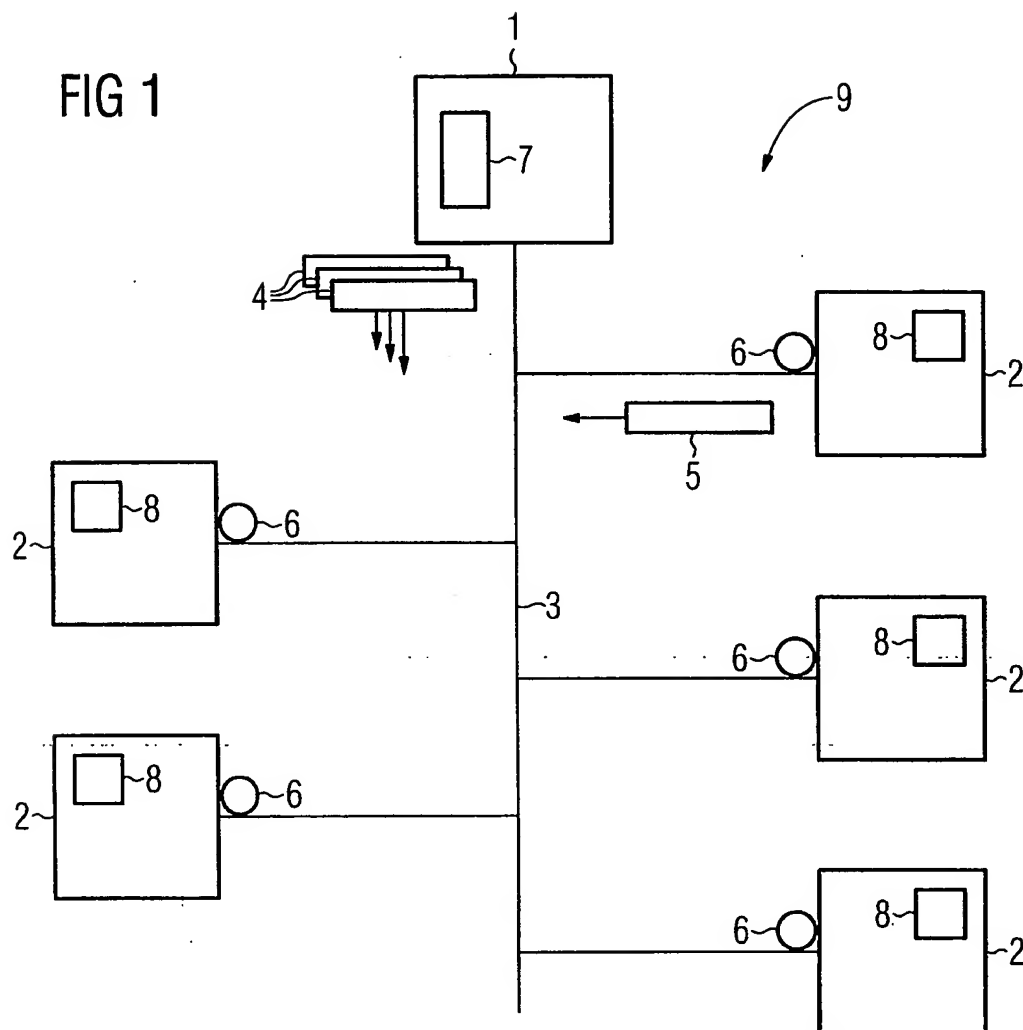


FIG 2

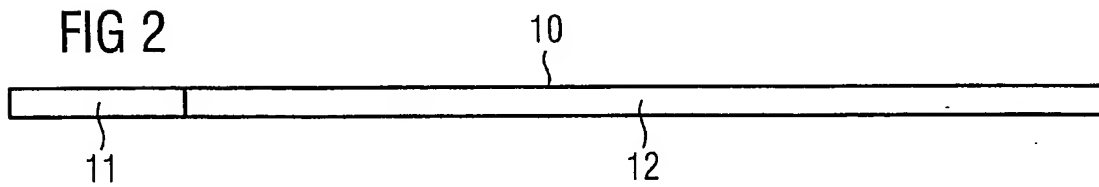
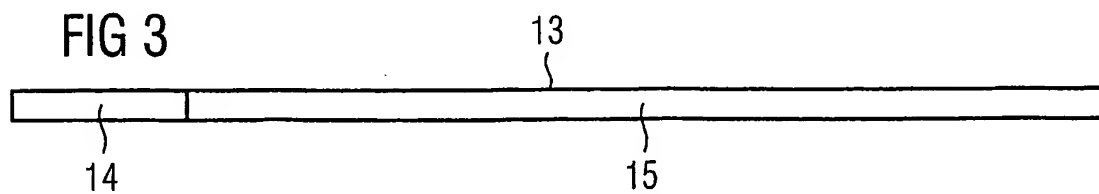
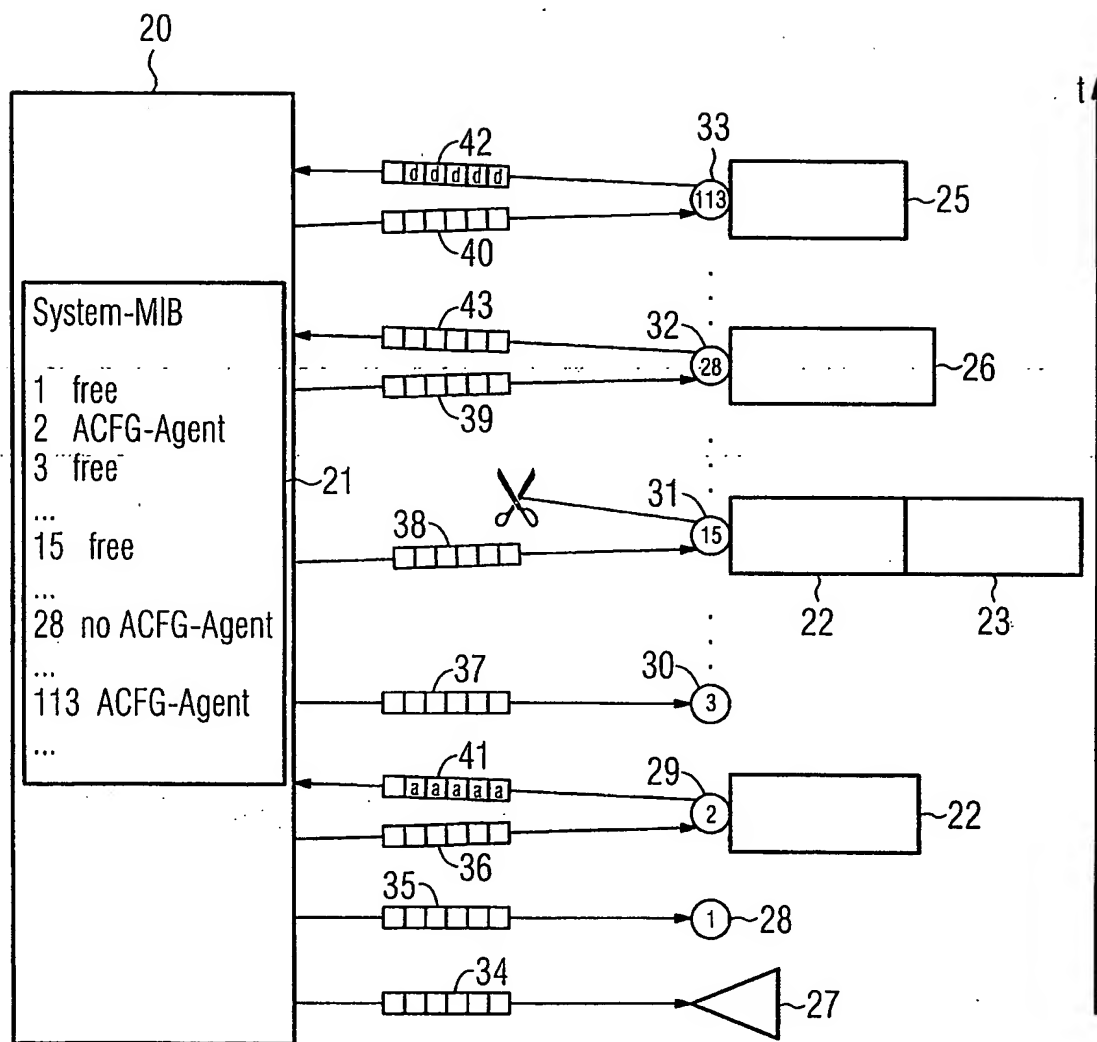


FIG 3



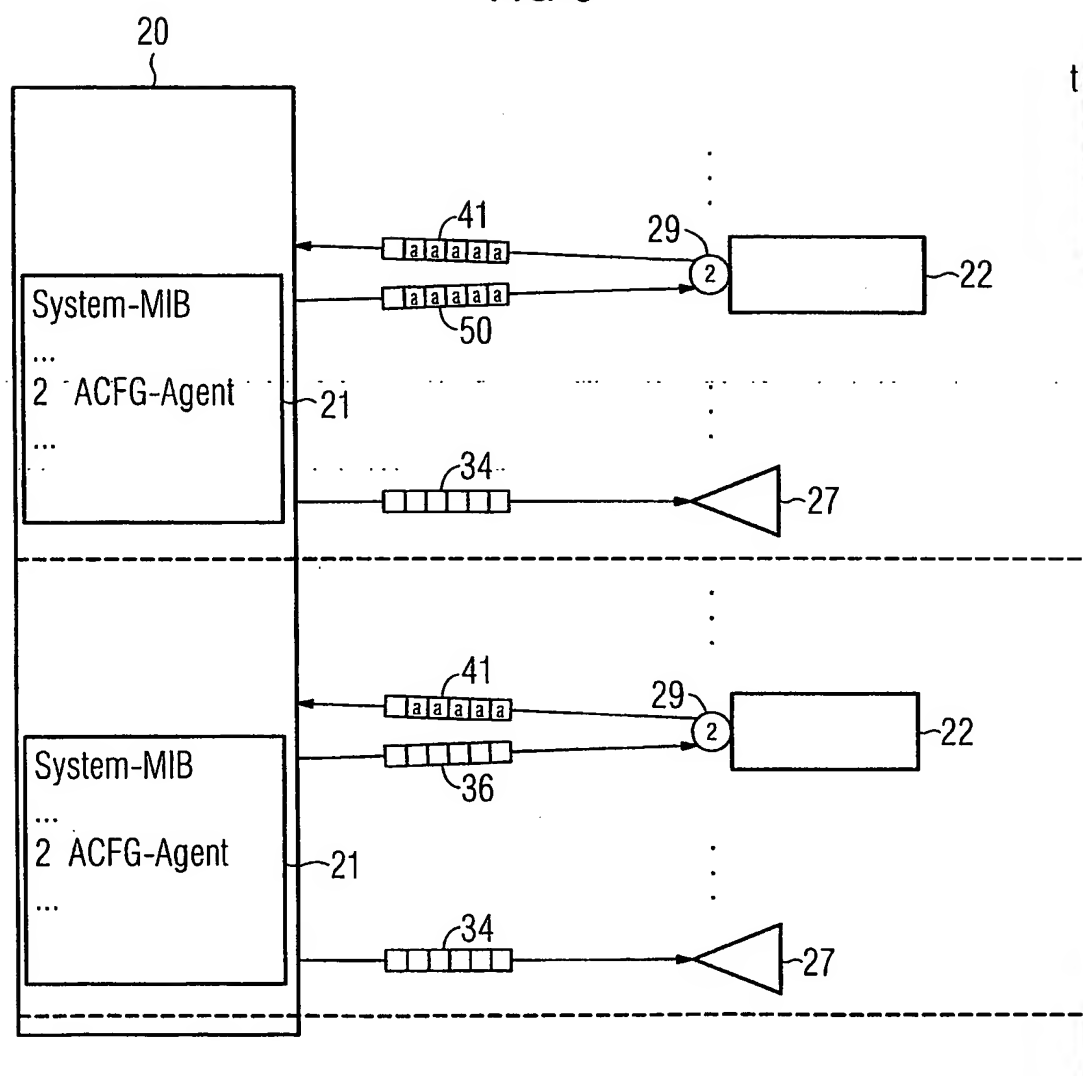
2/5

FIG 4



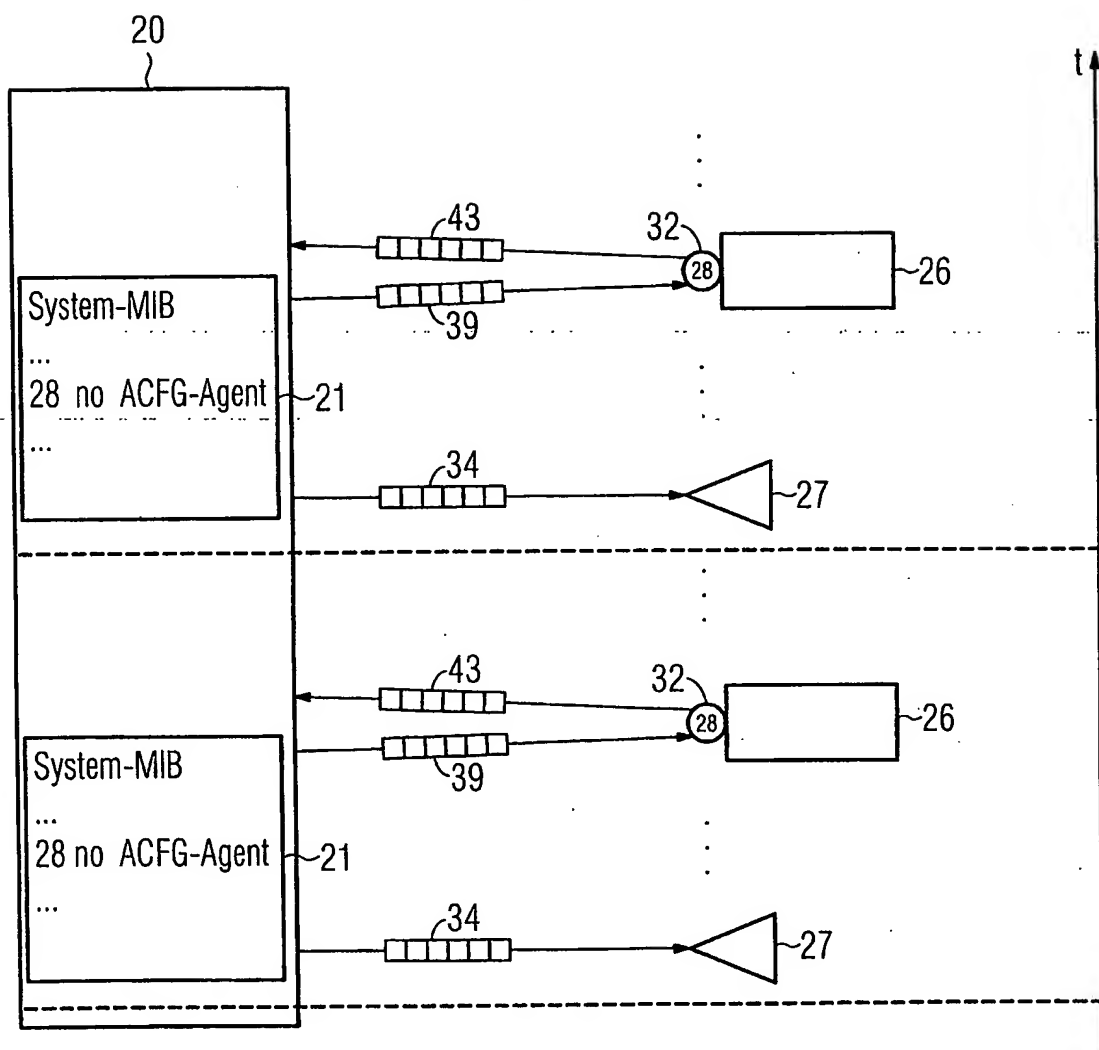
3/5

FIG 5



4/5

FIG 6



5/5

FIG 7

